ICS

A

团 体 标 准

**T/CSAE XX — 2018**

电动汽车用锂离子固态动力蓄电池性能试验方法及技术要求

Technical requirements and test methods for Solid state battery of Electric vehicle

（征求意见稿）

XXXXXXX发布 XXXXXXX实施

中国汽车工程学会 发布

**T/CSAE XX -2018**

目 次

[目 次 2](#_Toc5468988)

[1 范围 1](#_Toc5468990)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc5468991)

[3 术语和定义 1](#_Toc5468992)

前 言

本标准依据GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则编写。

本标准的某些内容可能涉及专利，本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准提出单位：中国汽车工程学会汽车测试技术分会。

本标准起草单位：

本标准主要起草人：。

本标准为首次制定。

电动汽车用锂离子固态动力蓄电池性能试验方法及技术要求

1 范围

本标准规定了电动汽车用锂离子固态动力蓄电池（以下简称蓄电池）的性能要求、试验方法和检验规则。

本标准适用于装载在电动汽车上的锂离子固态动力单体蓄电池。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 2900.41-2008 电工术语 原电池和蓄电池

GB/T 19596-2017 电动汽车术语（ISO 8713:2002,NEQ）

GB/T 31484-2015 电动汽车用动力蓄电池循环寿命要求及试验方法

GB/T 31485-2015 电动汽车用动力蓄电池安全要求及试验方法

GB/T 31486-2015 电动汽车用动力蓄电池电性能要求及试验方法

3 术语和定义

GB/T 19596-2017、GB/T 31484-2015、GB/T 31485-2015、GB/T 31486-2015中界定的以及下列术语和定义适用于本文件。为了便于使用，以下重复列出了GB/T 19596-2017、GB/T 31484-2015、GB/T 31485-2015、GB/T 31486-2015中的某些术语和定义。

3.1 单体蓄电池 secondary cell

将化学能与电能进行相互转换的基本单元装置，通常包括电极、隔膜、电解质、外壳和端子，并被设计成可充电。

3.2 混合固液电解质锂蓄电池 mixed solid liquid electrolyte rechargeable lithium battery

电池中同时含有液体和固体电解质的锂蓄电池。

3.3 全固态锂蓄电池 all solid state rechargeable lithium battery

单体蓄电池中只含有固态电解质，不含有任何液体电解质、液态溶剂、液态添加剂的锂蓄电池。

3.4 额定容量 rated capacity

室温下完全充电的蓄电池以1 *I*1 (A)电流放电，达到企业技术条件中规定的放电终止条件时所放出的容量（Ah）。

3.5 初始容量 initial capacity

新出厂的动力蓄电池，在室温下完全充电后，以1 *I*1 (A)电流放电至企业技术条件中规定的放电终止条件时所放出的容量（Ah）。

3.6 容量恢复能力 capacity recovery

完全充电的蓄电池在一定温度下储存一定时间后，再完全充电，其后放电容量与初始容量之比。

3.7 爆炸 explosion

蓄电池外壳猛烈破裂，伴随剧烈响声，且有主要成分（固体物质）抛射出来。

3.8 起火 fire

蓄电池任何部位发生持续燃烧（持续时间长于1s）。火花及拉弧不属于燃烧。

3.9 漏液 leakage

蓄电池内部液体泄漏到电池壳体外部。

4 符号和缩略语

下列符号和缩略语适用于本文件。

RT：室温(25±2)℃。

*C*1：1小时率额定容量（Ah）。

*I*1：1小时率放电电流（A），其数值等于*C*1（A）。

5 技术要求

5.1 外观

单体蓄电池按6.2.1试验时，外观不得有变形及裂纹，表面无毛刺、干燥、无外伤、无污物，且宜有清晰、正确的标志。

5.2 极性

单体蓄电池按6.2.2试验时，端子极性标识应正确、清晰。

5.3 外形尺寸及质量

单体蓄电池按6.2.3试验时，蓄电池外形尺寸、质量应符合企业提供的产品技术条件。

5.4 室温放电容量（初始容量）

单体蓄电池按6.2.5试验时，其放电容量应不低于额定容量，并且不超过额定容量的110%，同时所有测试对象初始容量极差不大于初始容量平均值的5%。

注：极差是所有样本的最大值和最小值之差。

5.5 室温倍率放电容量（按照厂家提供电池类型分别进行试验）

单体蓄电池按6.2.6试验时，其放电容量应不低于初始容量的85％（能量型单体蓄电池）/75％（功率型单体蓄电池）。

注：电池类型按照企业设计目的确定，企业设计目的为高能量应用的，则为能量型电池，企业设计目的为高功率应用的，则为功率型蓄电池。

5.6 室温倍率充电性能

单体蓄电池按6.2.7试验时，其放电容量应不低于初始容量的80％。

5.7 低温放电容量

单体蓄电池按6.2.8试验时，其放电容量应不低于初始容量的70％。

5.8 高温放电容量

单体蓄电池按6.2.9试验时，其放电容量应不低于初始容量的90％。

5.9 荷电保持与容量恢复能力

单体蓄电池按6.2.10试验时，其室温及高温荷电保持率应不低于初始容量的85%，容量恢复应不低于初始容量的90％。

5.10 耐振动性

单体蓄电池按6.2.11试验时，不允许出现放电电流锐变、电压异常、蓄电池壳变形、电解液溢出等现象，并保持连接可靠、结构完好。

5.11 储存

单体蓄电池按6.2.12试验时，其容量恢复应不低于初始容量的90％。

5.12 标准循环寿命

单体蓄电池按照6.2.13试验时，循环次数达到500次时放电容量应不低于初始容量的90%，或者循环次数达到1000次时放电容量应不低于初始容量的80%。

5.13 安全性

5.13.1 单体蓄电池按6.2.14进行过放电试验时，应不爆炸、不起火、不漏液。

5.13.2 单体蓄电池按6.2.15进行过充电试验时，应不爆炸、不起火。

5.13.3 单体蓄电池按6.2.16进行短路试验时，应不爆炸、不起火。

5.13.4 单体蓄电池按6.2.17进行跌落试验时，应不爆炸、不起火、不漏液。

5.13.5 单体蓄电池按6.2.18进行加热试验时，应不爆炸、不起火。

5.13.6 单体蓄电池按6.2.19进行挤压试验时，应不爆炸、不起火。

5.13.7 单体蓄电池按6.2.20进行针刺试验时，应不爆炸、不起火。

5.13.8 单体蓄电池按6.2.21进行海水浸泡试验时，应不爆炸、不起火。

5.13.9 单体蓄电池按6.2.22进行温度循环试验时，应不爆炸、不起火、不漏液。

5.13.10 单体蓄电池按6.2.23进行重物冲击试验时，应不爆炸、不起火、不漏液。

5.13.11 单体蓄电池按6.2.24进行高海拔试验时，应不爆炸、不起火、不漏液。

6 试验方法

6.1 试验条件

6.1.1 环境条件

除另有规定外，试验应在温度为25℃±5℃，相对湿度为25％～90％，大气压力86kPa～106kPa的环境中进行。

6.1.2 测量仪器、仪表准确度

测量仪器、仪表准确度应满足以下要求：

a)电压测量装置：不低于0.5级；

b)电流测量装置：不低于0.5级；

c)温度测量装置：±0.5 ℃；

d)时间测量装置：±0.1%；

e)尺寸测量装置：±0.1%；

f)质量测量装置：±0.1%。

6.2 单体蓄电池试验

6.2.1 外观

在良好的光线条件下，用目测法检查单体蓄电池的外观。

6.2.2 极性

用电压表检测单体蓄电池极性。

6.2.3 外形尺寸和质量

用量具和衡器测量单体蓄电池的外形尺寸及质量。

6.2.4 单体蓄电池充电

室温下，单体蓄电池先以1*I*1(A)电流放电至企业技术条件中规定的放电终止电压，搁置1h（或企业提供的不大于1h的搁置时间），然后按企业提供的充电方法进行充电。

若企业未提供充电方法，则以1*I*1(A)电流恒流充电至企业技术条件中规定的充电终止电压时转恒压充电，至充电终止电流降至0.05*I*1(A)时停止充电，充电后搁置1h（或企业提供的不高于1h的搁置时间）。

6.2.5 室温放电容量

室温放电容量试验按照如下步骤测试室温放电容量：

a) 单体蓄电池按6.2.4方法充电；

b) 室温下，蓄电池以1*I*1(A)电流放电，直到放电至企业技术条件中规定的放电终止电压；

c) 计量放电容量（以Ah计），计算放电比能量（以Wh/kg计）；

d) 重复步骤a）-c）5次，当连续3次试验结果的极差小于额定容量的3%，可提前结束试验，取最后3次试验结果平均值。

6.2.6 室温倍率放电性能

室温倍率放电性能试验按照如下步骤进行：

a) 单体蓄电池按6.2.4方法充电；

b) 室温下,单体蓄电池以2*I*1(A)（能量型单体蓄电池）/5*I*1(A)（功率型单体蓄电池）电流放电，直到放电至企业技术条件中规定的放电终止电压；

c) 计量放电容量（以Ah计）；

d) 单体蓄电池按6.2.4方法充电；

e) 室温下，锂硫电池单体以1I1(A)电流放电30min后以企业规定的最大放电电流放电10s，然后再静置30min，再以企业规定的最大充电电流充电10s；

f）采用10s充放电的放电能量除以10s充放电时间的方法，计算10s充放电的平均比功率（以W/kg计）。

6.2.7 室温倍率充电性能

室温倍率充电性能试验按照如下步骤进行：

a) 室温下，单体蓄电池以1*I*1(A)电流放电至企业技术条件中规定的放电终止电压，静置1h；

b) 室温下,单体蓄电池以2I1(A)电流充电，直到充电至企业技术条件中规定的充电终止电压，静置1h；

c）室温下，单体蓄电池以1*I*1(A)电流放电至企业技术条件中规定的放电终止电压；

d) 计量放电容量（以Ah计）。

6.2.8 低温放电容量

低温放电容量试验按照如下步骤进行：

a) 单体蓄电池按6.2.4方法充电；

b) 单体蓄电池在0℃±2℃下搁置24h；

c) 单体蓄电池在0℃±2℃下，以1*I*1(A)电流放电至企业技术条件中规定的放电终止电压（该电压值不低于室温放电终止电压的80%）；

d) 计量放电容量（以Ah计）。

6.2.9 高温放电容量

高温放电容量试验按照如下步骤进行：

a) 单体蓄电池按6.2.4方法充电；

b) 单体蓄电池在70℃±2℃下搁置5h；

c) 单体蓄电池在70℃±2℃下，以1*I*1(A)电流放电至企业技术条件中规定的放电终止电压；

d) 计量放电容量（以Ah计）。

6.2.10 荷电保持及容量恢复能力

6.2.10.1 室温荷电保持与容量恢复能力

室温荷电保持与容量恢复能力试验按照如下步骤进行：

a) 单体蓄电池按6.2.4方法充电；

b) 单体蓄电池在室温下储存28天；

c) 室温下，单体蓄电池以1*I*1(A)电流放电至企业技术条件中规定的放电终止电压；

d) 计量荷电保持容量（以Ah计）；

e) 单体蓄电池再按6.2.4方法充电；

f) 室温下，单体蓄电池以1*I*1(A)电流放电至企业技术条件中规定的放电终止电压；

g) 计量恢复容量（以Ah计）。

6.2.10.2 高温荷电保持与容量恢复能力

高温荷电保持与容量恢复能力试验按照如下步骤进行：

a) 单体蓄电池按6.2.4方法充电；

b) 单体蓄电池在55℃±2℃下储存7天；

c) 单体蓄电池在室温下搁置5h后，以1*I*1(A)电流放电至企业技术条件中规定的放电终止电压；

d) 计量荷电保持容量（以Ah计）；

e) 单体蓄电池再按6.3.4方法充电；

f) 室温下，单体蓄电池以1*I*1(A)电流放电至企业技术条件中规定的放电终止电压；

g) 计量恢复容量（以Ah计）。

6.2.11 耐振动

耐振动试验按照如下步骤进行：

a）单体蓄电池按6.2.4方法充电；

b）将单体蓄电池紧固到振动试验台上，按下述条件进行线性扫频振动试验：

——放电电流：1/3*I*1(A)；

——振动方向：上下单振动；

——振动频率：10Hz～55Hz；

——最大加速度：30m/s2；

——扫频循环：10次；

——振动时间：3h。

c) 振动试验过程中，观察有无异常现象出现。

6.2.12 储存

储存试验按照如下步骤进行：

a) 单体蓄电池按6.2.4方法充电；

b) 室温下，单体蓄电池以1*I*1(A)电流放电30min；

c) 单体蓄电池在45℃±2℃下储存28天；

d) 单体蓄电池室温下搁置5h；

e）单体蓄电池按6.2.4方法充电；

f) 单体蓄电池室温下，以1*I*1(A)电流放电至企业技术条件中规定的放电终止电压；

g) 计量放电容量（以Ah计）。

6.2.13 标准循环寿命

标准循环寿命试验按照如下步骤进行：

1. 以1*I*1(A)放电至企业技术条件中规定的放电终止条件；
2. 搁置不低于30分钟或企业技术条件中规定的搁置条件；
3. 按照6.2.4方法充电；
4. 搁置不低于30分钟或企业技术条件中规定的搁置条件；
5. 以1*I*1(A)放电至企业技术条件中规定的放电终止条件，记录放电容量；
6. 按照b）～e）连续循环500次，若放电容量高于初始容量的90%，则终止试验；若放电容量低于初始容量的90%，则继续循环500次；
7. 计量放电容量（以Ah计）。

6.2.14 过放电

过放电试验按照如下步骤进行：

a) 单体蓄电池按6.2.4方法充电；

b) 单体蓄电池以1*I*1(A)电流放电90min；

c) 观察1h。

6.2.15 过充电

过充电试验按照如下步骤进行：

a) 单体蓄电池按6.2.4方法充电；

b) 以1*I*1(A)电流恒流充电至电压达到企业技术条件中规定的充电终止电压的1.5倍或充电时间达1h后停止充电；

c) 观察1h。

6.2.16 短路

短路试验按照如下步骤进行：

a) 单体蓄电池按6.2.4方法充电；

b) 将单体蓄电池正、负极经外部短路10min，外部线路电阻应小于5mΩ；

c) 观察1h。

6.2.17 跌落

跌落试验按照如下步骤进行：

a) 单体蓄电池按6.2.4方法充电；

b) 单体蓄电池端子向下从2.0m高度处自由跌落到水泥地面上；

c) 观察1h。

6.2.18 加热

加热试验按照如下步骤进行：

a) 单体蓄电池按6.2.4方法充电；

b) 将单体蓄电池放入温度箱,温度箱按照5℃/min 的速率由室温升至150℃±2℃，并保持此温度30min后停止加热；

c) 观察1h。

6.2.19 挤压

挤压试验按照如下步骤进行：

a) 单体蓄电池按6.2.4方法充电；

b) 按下列条件进行试验：

——挤压方向：垂直于蓄电池极板方向施压（参考图1所示）；

——挤压板形式:半径75mm的半圆柱体，半圆柱体的长度（L）大于被挤压电池的尺寸；

——挤压速度：(5±1)mm/s

——挤压程度：电压达到0V或变形量达到30%或挤压力达到200kN或壳体破裂后停止挤压；

c) 观察1h。

单体挤压板挤压2

图1　单体挤压板和挤压示意图

6.2.20 针刺

针刺试验按照如下步骤进行：

a) 单体蓄电池按6.2.4方法充电；

b) 用φ5mm～φ8mm的耐高温钢针（针尖的圆锥角度为45°～60°，针的表面光洁、无锈蚀、氧化层及油污)、以（25±5）mm/s的速度，从垂直于蓄电池极板的方向贯穿，贯穿位置宜靠近所刺面的几何中心，钢针停留在蓄电池中；

c) 观察1h。

6.2.21 海水浸泡

海水浸泡试验按照如下步骤进行：

a) 单体蓄电池按6.2.4方法充电；

b）将单体蓄电池浸入3.5%NaCl溶液（重量百分比，模拟常温下的海水成分）中2h；

c) 水深应完全没过单体蓄电池。

6.2.22 温度循环

温度循环试验按照如下步骤进行：

a) 单体蓄电池按6.2.4方法充电；

b) 单体蓄电池放入温度箱中，温度箱温度按照表1和图2进行调节，循环次数5次；

c) 观察1h。

表1 温度循环试验一个循环的温度和时间

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 温度  ℃ | 时间增量  min | 累计时间  min | 温度变化率  ℃/min |
| 25 | 0 | 0 | 0 |
| -40 | 60 | 60 | 13/12 |
| -40 | 90 | 150 | 0 |
| 25 | 60 | 210 | 13/12 |
| 85 | 90 | 300 | 2/3 |
| 85 | 110 | 410 | 0 |
| 25 | 70 | 480 | 6/7 |



图2　温度循环试验示意图

6.2.23 重物冲击

重物冲击试验按照如下步骤进行：

1. 单体蓄电池按6.2.4方法充电；
2. 单体蓄电池置于平台表面，将直径为15.8mm±0.2mm的金属棒横置在电池几何中心上表面，采用质量为9.1kg±0.1kg的重物从610mm±25mm的高处自由落体状态撞击放有金属棒的电池表面；
3. 观察1 h。

6.2.24 高海拔

高海拔试验按照如下步骤进行：

a) 单体蓄电池按6.2.4方法充电；

b) 单体蓄电池在室温下稳定后放入低气压箱，调节试验箱中气压为11.6kPa，温度为室温，静置6h；

c) 观察1h。

6.3 试验程序

6.3.1 按本程序进行的试验应连续进行。

6.3.2 单体蓄电池试验程序见表2。

表2 试验程序

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 检验项目 | 检验方法章条号 | 单体蓄电池编号 |
| 1 | 外观 | 6.2.1 | 1#~38# |
| 2 | 极性 | 6.2.2 |
| 3 | 外形尺寸及质量 | 6.2.3 |
| 4 | 室温放电容量 | 6.2.5 |
| 5 | 室温倍率放电容量 | 6.2.6 | 1#、2# |
| 6 | 室温倍率充电性能 | 6.2.7 | 3#、4# |
| 7 | 低温放电容量 | 6.2.8 | 5#、6#、 |
| 8 | 高温放电容量 | 6.2.9 | 7#、8# |
| 9 | 荷电保持与容量恢复能力 | 6.2.10 | 9#、10# |
| 10 | 耐振动 | 6.2.11 | 11#、12# |
| 11 | 储存 | 6.2.12 | 13#、14# |
| 12 | 标准循环寿命 | 6.2.13 | 15#、16# |
| 13 | 过放电 | 6.2.14 | 17#、18# |
| 14 | 过充电 | 6.2.15 | 19#、20# |
| 15 | 短路 | 6.2.16 | 21#、22# |
| 16 | 跌落 | 6.2.17 | 23#、24# |
| 17 | 加热 | 6.2.18 | 25#、26# |
| 18 | 挤压 | 6.2.19 | 27#、28# |
| 19 | 针刺 | 6.2.20 | 29#、30# |
| 20 | 海水浸泡 | 6.2.21 | 31#、32# |
| 21 | 温度循环 | 6.2.22 | 33#、34# |
| 22 | 重物冲击 | 6.2.23 | 35#、36# |
| 23 | 高海拔 | 6.2.24 | 37#、38# |

7 检验规则

7.1 检验分类、检验项目、要求和样品数量

检验分类、检验项目、要求和样品数量见表3。

表3 检验规则

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 检验分类 | 检验项目 | 要求章条号 | 样品数量 |
| 1 | 出厂检验 | 外观 | 5.1 | 100% |
| 2 | 极性 | 5.2 | 100% |
| 3 | 外形尺寸及质量 | 5.3 | 100% |
| 4 | 室温放电容量 | 5.4 | 100% |
| 5 | 型式检验 | 室温倍率放电容量 | 5.5 | 每项2只，共38只单体蓄电池 |
| 6 | 室温倍率充电性能 | 5.6 |
| 7 | 低温放电容量 | 5.7 |
| 8 | 高温放电容量 | 5.8 |
| 9 | 荷电保持与容量恢复能力 | 5.9 |
| 10 | 耐振动 | 5.10 |
| 11 | 储存 | 5.11 |
| 12 | 标准循环寿命 | 5.12 |
| 13 | 过放电 | 5.13.1 |
| 14 | 过充电 | 5.13.2 |
| 15 | 短路 | 5.13.3 |
| 16 | 跌落 | 5.13.4 |
| 17 | 加热 | 5.13.5 |
| 18 | 挤压 | 5.13.6 |
| 19 | 针刺 | 5.13.7 |
| 20 | 海水浸泡 | 5.13.8 |
| 21 | 温度循环 | 5.13.9 |
| 22 | 重物冲击 | 5.13.10 |
| 23 | 高海拔 | 5.13.11 |
| 注：共需抽样42只单体蓄电池，其中4只为备份单体蓄电池。建议测试对象为3个月以内的新鲜样品。 | | | | |

7.2 出厂检验

7.2.1 每一批产品出厂前都应进行出厂检验，对出厂检验的室温放电容量检验项目，所有蓄电池样品的1*I*1(A)放电容量差应不大于±5%。

7.2.2 在出厂检验中，若有一项不合格时，应将该批产品退回生产部门返工普检，然后再次提交验收。若再次检验仍有不合格，则判定该批产品为不合格。

7.3 型式检验

7.3.1 有下列情况之一应进行型式检验：

——新产品投产和老产品转产；

——转厂；

——停产超过一年后复产；

——结构、工艺或材料有重大改变。

7.3.2 判定规则：

在型式检验中，若有一项不合格时，应判定为不合格。

——————————————